(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum Internationales Büro





(43) Internationales Veröffentlichungsdatum 29. November 2001 (29.11.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer WO 01/89896 A1

(51) Internationale Patentklassifikation7: B60C 23/06, 23/04

B60T 8/00.

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE01/01323

(22) Internationales Anmeldedatum:

5. April 2001 (05.04.2001)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

(30) Angaben zur Priorität:

100 25 502.7 23. Mai 2000 (23.05.2000)

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ELSNER, Bernhard [DE/DE]; Loensstrasse 2, 65597 Huenfelden (DE). HEI-**DEMEYER, Henry** [DE/DE]; Friederichstrasse 13, 70825 Korntal (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

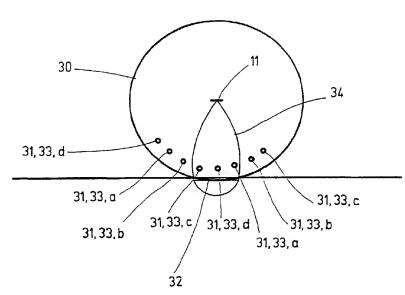
Veröffentlicht:

mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: SENSOR SYSTEM FOR DETECTING VARIABLES TO BE MEASURED ON A ROTATING OBJECT

(54) Bezeichnung: SENSORSYSTEM ZUR ERFASSUNG VON MESSGRÖSSEN AN EINEM ROTIERENDEN GEGENSTAND



(57) Abstract: The invention relates to a sensor system for detecting at least one variable to be measured on a rotating object (30). Said sensor system comprises a plurality of sensors (33), disposed on the rotating object (30) and sensitive to the variable to be measured, and an antenna system (11) that supplies the sensors (33) with high-frequency energy and that receives a high-frequency signal from the sensors (33) that is modulated depending on the variable to be detected. The sensors are distributed across the periphery of the object (30) and the antenna system (11) has a directivity (34) for transmission and/or receipt that is stationary with respect to a coordinate system that does not rotate with the object (30) and that includes only a partial area (32) of the object (30).



⁽⁵⁷⁾ Zusammenfassung: Ein Sensorsystem zum Erfassen von wenigstens einer Messgrösse an einem rotierenden Gegenstand (30) umfasst mehrere an dem rotierenden Gegenstand (30) angeordnete, für die Messgrösse empfindliche Sensoren (33) und eine Antennenanordnung (11) zum Versorgen der Sensoren (33) mit Hochfrequenzenergie und zum Empfang eines abhängig von der zu erfassenden Grösse modulierten Hochfrequenzsignals von den Sensoren (33). Die Sensoren sind an dem Gegenstand (30) in Umfangsrichtung verteilt angeordnet, und die Antennenanordnung (11) hat eine Richtcharackteristik (34) für das Senden und/oder den Empfang, die bezogen auf ein nicht mit dem Gegenstand (30) rotierendes Koordinatensystem ortsfest ist und die nur einen Teilbereich (32) des Gegenstandes (30) einschliesst.

Sensorsystem zur Erfassung von Meßgrößen an einem rotierenden Gegenstand.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Sensorsystem zur Fernerfassung wenigstens einer Meßgröße, die an einem rotierenden Gegenstand gemessen wird.

Stand der Technik

Die Fernabfragbarkeit eines Sensors ist in vielen Anwendungsbereichen erforderlich, insbesondere dort, wo es problematisch ist, eine dauerhafte körperliche Verbindung zwischen einem Sensor und einer zugehörigen Auswerteeinheit herzustellen, über die Ausgangssignale des Sensors zu der Auswerteeinheit übertragen werden können. Solche Verbindungsprobleme treten überall dort auf, wo der Sensor relativ zu der zugehörigen Auswerteeinheit bewegt ist, insbesondere bei Drehbewegungen. Als Beispiele hierfür können die Erfassung des Drucks in einem an einem Fahrzeug drehbar montierten Luftreifen oder die

-2-

Messung des Drehmoments auf einer rotierenden Welle dienen.

Diese Anwendungen erfordern die Übertragung von 5 Ausgangssignalen des Sensors auf elektromagnetischem Wege im allgemeinsten Sinne, d. h. die Übertragung von Funk-, Mikrowellen- oder Lichtsignalen. Eine Möglichkeit hierfür ist, das Sensorelement mit einer eigenen Stromversorgung auszurüsten, um die Energie bereitzustellen, die für die Messung und 10 die Übertragung der Ausgangssignale benötigt wird. Dieses Prinzip stößt jedoch schnell an seine Grenzen durch die entstehenden Kosten (Batterie), das relativ hohe Gewicht der Sensoreinheit und die not-15 wendige Wartung, da ein Tausch der Batterie nach einer bestimmten Betriebszeit notwendig ist.

Es ist daher wünschenswert, den Sensor vollkommen passiv, d. h., ohne eigene Stromversorgung zu realisieren, um die Probleme im Zusammenhang mit der Batterie zu umgehen und den Sensor kleiner, leichter und unempfindlicher zu machen.

20

Ein Beispiel für ein Sensorsystem mit auf elektro25 magnetischem Wege fernabfragbaren Sensoren ist in
DE 19 702 768 C1 behandelt. Das aus dieser Schrift
bekannte Sensorsystem umfaßt:

- einen an dem rotierenden Gegenstand angeordneten, für die Meßgröße empfindlichen Sensor und Mittel zum Weiterleiten der Signale des Sensors zu einer Verarbeitungseinrichtung, wobei diese Mittel eine Antennenanordnung zum Versorgen des wenigstens einen Sensors mit Hochfrequenzenergie und zum Empfangen eines abhängig von der zu erfassenden Größe modulierten Hochfrequenzsignals von dem Sensor umfassen.

-3-

PCT/DE01/01323

10

15

20

25

WO 01/89896

Dieses Sensorsystem ist geeignet, um Meßgrößen an dem rotierenden Gegenstand zu erfassen, die im wesentlichen an dem gesamten Gegenstand konstant sind, so daß es auf den genauen Ort einer Messung nicht ankommt.

Wenn es jedoch darum geht, Meßgrößen zu erfassen, deren Werte nicht an dem zu messenden Gegenstand gleichförmig sind, stößt das bekannte Sensorsystem schnell an seine Grenzen. Zwar sind Messungen an Teilbereichen des rotierenden Gegenstandes noch durchführbar, wenn diese gemeinsam mit dem Gegenstand rotieren, wenn also der Sensor an dem interessierenden Teilbereich angeordnet und mit diesem gemeinsam rotieren kann; wenn es jedoch darum geht, Meßgrößen in einem Teilbereich des rotierenden Gegenstandes zu erfassen, der bezogen auf ein nicht mit dem Gegenstand rotierendes Koordinatensystem

- 4. -

ortsfest ist, so ist das bekannte System überfordert.

Vorteile der Erfindung

5

10

15

20

25

Durch die vorliegende Erfindung wird ein Sensorsystem zum Erfassen von wenigstens einer Meßgröße an einem rotierenden Gegenstand geschaffen, das es auf einfache Weise ermöglicht, eine Meßgröße an einem Teilbereich des rotierenden Gegenstandes zu erfassen, der in Bezug auf ein nicht mit dem Gegenstand rotierendes Koordinatensystem ortsfest ist.

Diese Vorteile werden dadurch erreicht, daß an dem rotierenden Gegenstand mehrere Sensoren in Umfangs-richtung verteilt angeordnet sind, und daß die Antennenanordnung eine Richtcharakteristik für das Senden und/oder den Empfang hat, die bezogen auf das nicht rotierende Koordinatensystem ortsfest ist und die nur den Teilbereich des Gegenstandes einschließt.

Im Laufe der Drehung des Gegenstandes durchlaufen eine Vielzahl der an ihm angeordneten Sensoren nacheinander den Teilbereich, wo sie mit der Antennenanordnung in Wechselwirkung treten können. Dies bedeutet, daß die betreffenden Sensoren nur dann, wenn sie sich in dem Teilbereich befinden, mit

- 5 -

Hochfrequenzenergie versorgt werden, die es ihnen ermöglicht, ihrerseits ein Antwort-Funksignal abzustrahlen, und/oder daß ein von den Sensoren abgestrahltes Antwort-Funksignal von der Antennenanordnung nur dann empfangen wird, wenn der betreffende Sensor sich in dem Teilbereich befindet.

Bei dem Teilbereich kann es sich vorteilhafterweise um eine Kontaktfläche des Gegenstandes mit einer Unterlage handeln. So ist es z. B. möglich, Kontaktkräfte, die zwischen dem Gegenstand und der Unterlage wirken, zu messen, während der Gegenstand über die Unterlage rollt.

15 Um das System einfach und kompakt zu halten, ist bevorzugt, daß die Antennenanordnung eine gemeinsame Antenne für das Senden von Hochfrequenzenergie an die Sensoren als auch für den Empfang eines Antwortsignals von den Sensoren umfaßt.

20 -

25

5

Sensoren, die zur Erfassung einer gleichen physikalischen Größe dienen, können in Umfangsrichtung des
Gegenstandes zweckmäßigerweise einen Abstand haben,
der im wesentlichen der Ausdehnung des Teilbereichs
in Umfangsrichtung entspricht. Auf diese Weise ist
sichergestellt, daß sich im Laufe der Drehung des
Gegenstandes jederzeit ein Sensor für die betreffende Meßgröße in dem Teilbereich befindet, so daß

-6-

eine kontinuierliche Messung der Meßgröße gewährleistet ist.

Besonders bevorzugt ist, daß die Sensoren eine Kodierung aufweisen, die es ermöglicht, unter einer 5 Mehrzahl von in dem Teilbereich befindlichen Sensoren selektiv wenigstens einen Sensor mit Hochfrequenzenergie zu versorgen oder selektiv von wenigstens einem in dem Teilbereich befindlichen Sensor zu empfangen. Eine solche Maßnahme erlaubt es, die 10 Sensoren am Umfang des rotierenden Körpers dichter zu staffeln, als es der Ausdehnung des Teilbereichs in Umfangsrichtung entspricht; da die Sensoren jedoch selektiv abgefragt werden können, kann die Meßgröße mit einer Ortsauflösung bestimmt werden, 15 die feiner als die Ausdehnung des Teilbereiches ist.

Eine besonders einfache Identifizierung der Senso20 ren ist dann gegeben, wenn die Sensoren n Gruppen
bilden, die jeweils zyklisch auf den Umfang des Gegenstandes verteilt sind.

Um eine eindeutige Zuordnung der von den einzelnen 25 Sensoren gelieferten Meßwerte zu gewährleisten, ist bevorzugt, daß der Teilbereich so begrenzt ist, daß niemals Sensoren aller n Gruppen sich gleichzeitig darin befinden.

-7-

Zweckmäßig ist ferner, daß jeder Sensor einen ersten Resonator aufweist, der durch eine der Trägerfrequenz der Hochfrequenzenergie aufmodulierte

Meßfrequenz anregbar ist und dessen Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Meßgröße variabel ist. Diese Resonanzfrequenz kann einem Antwortfunksignal aufmoduliert werden, das der Sensor an die Antennenanordnung aussendet, so daß eine an die Antennenanordnung angeschlossene Verarbeitungseinrichtung aus der Modulationsfrequenz auf den Wert der zu erfassenden Meßgröße rückschließen kann.

Dieser Resonator umfaßt vorzugsweise als schwingfähiges Element einen Oberflächenwellenresonator oder
einen Schwingquarz. Ferner ist vorzugsweise ein für
die Meßgröße sensitives diskretes Bauelement in den
ersten Resonator einbezogen, was es ermöglicht, als
schwingfähiges Element preiswerte Standardbauelemente zu verwenden.

Die Verwendung von Resonatoren mit in Abhängigkeit von der Meßgröße variabler Resonanzfrequenz hat ferner den Vorteil, daß die oben erwähnte Kodierung dadurch realisiert werden kann, daß jedem Sensor des Sensorsystems ein spezifischer Resonator-Abstimmbereich zugeordnet wird. Dies erlaubt es, anhand der Modulationsfrequenz des an der Antennen-

WO 01/89896

anordnung von einem Sensor kommend empfangenen Antwort-Funksignals auf die Identität des sendenden Sensors rückzuschließen.

-8-

PCT/DE01/01323

- Wenn sich die Abstimmbereiche der einzelnen ersten Resonatoren verschiedener Sensoren teilweise überlappen, so kann eine Zuordnung des empfangenen Antwort-Funksignals unter Berücksichtigung auch der Empfangsfeldstärke an der Antennenanordnung getroffen werden. Eine einfachere Zuordnung ergibt sich jedoch, wenn die Resonator-Abstimmbereiche der einzelnen Kodierungen disjunkt sind.
- Eine bevorzugte Anwendung des erfindungsgemäßen

 Sensorsystems ist die Erfassung von vektoriellen Meßgrößen, insbesondere von Kräften oder Beschleunigungen. Wenn der rotierende Gegenstand z. B. ein Fahrzeugreifen ist, können durch die Erfassung solcher Größen Gefahrensituationen wie etwa Aquaplaning, zu geringe Bodenhaftung einzelner Räder des Fahrzeugs beim Durchfahren von Kurven etc. erfaßt und eine diesbezügliche Warnmeldung für den Fahrer des Fahrzeugs erzeugt werden.
- In einem solchen Fall ist es häufig nicht notwendig, alle drei Komponenten der vektoriellen Größe
 zu erfassen; in den obengenannten Beispielfällen
 ist es ausreichend, wenn die Sensoren jeweils zur

-9-

Erfassung von zwei zueinander senkrechten, zur Oberfläche des Gegenstandes tangentialen Komponenten der Meßgröße ausgelegt sind. Auf den Wert einer radial zum Reifen orientierten Komponente der vektoriellen Größe kann durch Messung beispielsweise des Reifendrucks geschlossen werden. Es ist deshalb nicht erforderlich, Sensoren für die radiale Komponente der vektoriellen Größe auf dem Umfang des Reifens zu verteilen; es ist ausreichend, wenn ein einzelnen Sensor für den Reifendruck vorhanden ist.

10

15

20

25

Ferner ist es vorteilhaft, daß jeder Sensor einen durch eine Trägerfrequenz der Hochfrequenzenergie anregbaren zweiten Resonator aufweist. Dieser zweite Resonator erlaubt es, die Hochfrequenzenergie für eine begrenzte Zeit zu speichern, so daß sie zur Erzeugung des Antwort-Funksignals zur Verfügung steht. Dies hat zum einen den Vorteil, daß der Sensor zum Erzeugen des Antwort-Funksignals nicht auf die gleichzeitige Aussendung der Hochfrequenzenergie durch die Antennenanordnung angewiesen ist, weil der zweite Resonator während einer Pause der Hochfrequenzenergie-Versorgung in der Lage ist, die zum Senden des Antwort-Funksignals notwendige Enerliefern. Da qie zu die Hochfrequenzenergie -Versorgung pausieren kann, ist es bequem möglich, eine gleiche Antenne jeweils zeitversetzt zum Versorgen der Sensoren mit der Hochfrequenzenergie und

- 10 -

zum Empfangen ihrer Antwort-Funksignale einzusetzen. So ermöglicht es der erste Resonator, den Sensor als ein passives Element ohne eigene Stromversorgung zu bauen.

5

25

Ein weiterer Vorteil der Verwendung des zweiten Resonators ist, daß er eine selektive Anregung einzelner Sensoren durch ein Abfrage-Funksignal mit auf den zweiten Resonator abgestimmter Trägerfrequnez ermöglicht, beziehungsweise daß er in einer Umgebung, in der einer Mehrzahl von Abfrageeinheiten jeweils wenigstens ein Sensor zugeordnet ist, jeder Abfrageeinheit und den ihr zugeordneten Sensoren eine spezifische Trägerfrequenz zugeteilt werden kann, die es den Abfrageeinheiten ermöglicht, selektiv nur die ihnen zugeordneten Sensoren anzusprechen und abzufragen.

Als zweiter Resonator sind insbesondere Oberflä-20 chenwellen-Resonatoren bevorzugt.

Besonders vorteilhaft sind solche Oberflächenwellen-Resonatoren, die in der Lage sind, in Reaktion
auf einen Anregungs-Schwingungsimpuls einen zeitlich verzögerten Ausgangs-Schwingungsimpuls zu erzeugen. Solche Resonatoren können während eines
ersten Zeitintervalls, das kürzer als die Verzögerung im zweiten Resonator sein sollte, zu einer

•

Schwingung angeregt werden; die in dieser Schwingung gespeicherte Energie steht aber erst dann als Antriebsenergie für den Sensor zur Verfügung, wenn die Hochfrequenzenergie-Versorgung durch die Antennenanordnung pausiert. Solange die Verzögerung andauert, wird die Energie in dem zweiten Resonator mit geringen, durch die Schwingungsdämpfung des Resonatorsubstrats bedingten Verlusten gespeichert.

10 Eine solche Verzögerung kann auf einfache Weise mit Hilfe einer Ausbreitungsstrecke für die Oberflächenwelle erreicht werden, die von einer in dem Resonator angeregten Oberflächenwelle zurückgelegt werden muß, bevor sie abgegriffen wird.

15

20

WO 01/89896

Solche Resonatoren können zum Beispiel als Oberflächenwellen-Filter mit einem ersten Elektrodenpaar
zum Anregen der Oberflächenwelle und einem räumlich
beabstandeten zweiten Elektrodenpaar zum Abgreifen
der Oberflächenwelle ausgebildet sein, wobei die
zwei Elektrodenpaare durch die Ausbreitungsstrecke
voneinander getrennt sind.

Alternativ können sie als Resonatoren mit einem einzigen Elektrodenpaar ausgebildet sein, wobei das einzige Elektrodenpaar sowohl zum Anregen als auch zum Abgreifen der Oberflächenwelle dient, wobei jeweils Reflektorelektroden in einem Abstand von dem

- 12 -

Elektrodenpaar angeordnet sind, um die sich in dem Substrat des Resonators ausbreitende Oberflächen-welle mit einer Zeitverzögerung zu dem Elektroden-paar zu reflektieren.

5

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren.

10

Figuren

Es zeigen:

15

Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugrades, das mit einem erfindungsgemäßen
Sensorsystem gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel ausgestattet ist;

- Fig. 2 eine schematische Ansicht eines Fahrzeugrades mit einem Sensorsystem gemäß einem
 zweiten Ausführungsbeispiel;
- 25 Fig. 3 ein Blockdiagramm eines Sensors des Fahrzeugrades aus Figur 1;

- 13 -

- Fig. 4 ein Blockdiagramm einer Abfrageeinheit für den Sensor aus Fig. 2;
- Fig. 5 den zeitlichen Verlauf der Intensitäten

 der Funksignale an der Antennenanordnung

 der Abfrageeinheit aus Fig. 3;
- Fig. 6 ein erstes Beispiel für den Aufbau eines
 Oberflächenwellenresonators, der als
 zweiter Resonator für einen Sensor wie
 den Sensor aus Fig. 2 geeignet ist;
 - Fig. 7 ein zweites Beispiel für den Aufbau eines Oberflächenwellenresonators; und

15

Fig. 8 den zeitlichen Verlauf der Intensitäten der Funksignale an der Antennenanordnung bei Verwendung eines zweiten Resonators des in Figur 5 oder 6 dargestellten Typs.

20

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt ein erstes Beispiel eines Fahrzeugra25 des mit einem Luftreifen 30, das mit einem erfindungsgemäßen Sensorsystem ausgestattet ist. Auf der
Lauffläche des Luftreifens ist eine Vielzahl von
Sensoren 33 angeordnet; sie können z. B. in die

- 14 -

Profilelemente des Luftreifens eingebettet oder im Bereich des (Stahl-) Mantels angeordnet sein.

Dabei kann es sich bei den Sensoren 33 um kapazitive oder induktive Sensoren handeln, auf deren Aufbau und Arbeitsweise im folgenden anhand der Figuren 3 fortfolgende noch genauer eingegangen wird.

Die Sensoren 33 sind vorgesehen, um die Verformung 10 des Profils des Luftreifens 30 an einem Teilbereich des Luftreifens 30, nämlich seiner abgeplatteten Kontaktfläche 32 zur Straße, zu messen.

Eine Antenne 11 ist in der Nähe der Achse des Rades

15 angeordnet und hat eine auf den abgeplatteten Bereich 32 orientierte Richtcharakteristik, hier
durch die Keule 34 dargestellt.

Die Antenne 11 ist Teil einer Abfrageeinheit, die in Figur 4 als Blockdiagramm dargestellt ist. In der Abfrageeinheit befindet sich ein Oszillator 13, der ein Signal, hier als Abfrage-Trägersignal bezeichnet, mit einer Trägerfrequenz f_T im Bereich von 2,54 GHz erzeugt. Die Trägerfrequenz ist vorzugsweise um einige MHz gezielt variierbar. Ein zweiter Oszillator 14 erzeugt ein Abfrage-Meßsignal in Form einer Schwingung mit einer Frequenz f_M im Bereich von 0 bis 80 MHz. Wenn die Abfrageinheit zum Abfra-

- 15 -

gen mehrerer Sensoren eingesetzt wird, ist die Meßfrequenz f_{M} zweckmäßigerweise ebenfalls gezielt variierbar, und zwar in Schritten, die der Größe des Resonanzbereichs eines ersten Resonators der Sensoren entsprechen, auf den an späterer Stelle noch eingegangen wird.

5

Ein Modulator 15 ist an die zwei Oszillatoren 13, angeschlossen und moduliert das 10 Meßsignal auf das Abfrage-Trägersignal auf und erzeugt so ein Abfrage-Funksignal, das an einen Schalter 12 ausgegeben wird. Der Schalter 12 steht unter der Kontrolle eines Zeitgebers 16, der eine Sende-Empfangsantenne 11 abwechselnd mit dem Aus-15 gang des Modulators 15 und dem Eingang einer Demodulations - und Meßschaltung 17 verbindet, die eine Verarbeitungseinrichtung zum Extrahieren der Werte der zu erfassenden Meßgrößen aus den empfangenen Antwort-Funksignalen darstellt. Die vom Modulator 20 15 ausgeführte Modulation kann insbesondere eine Amplitudenmodulation oder eine Quadraturmodulation sein; die in der Demodulations- und Meßschaltung 17 stattfindende Demodulation ist komplementär dazu.

25 Der Aufbau der Sensoren 33 ist in Figur 3 anhand eines Blockdiagramms dargestellt. Das von der Antenne 11 abgestrahlte Abfrage-Funksignal wird von einer Antenne 1 des in Figur 3 gezeigten Sensors

- 16 -

empfangen. An die Antenne ist eine Demodulationsdiode 2, zum Beispiel eine Schottky- oder Detektordiode angeschlossen. Eine solche Diode zeichnet sich durch eine bereits in der Nähe des Koordinatenursprungs im wesentlichen parabelförmige Kennlinie 5 und damit durch ein stark nichtlineares Verhalten das zu einer Mischung der im Abfrage-Funksignal enthaltenen Spektralanteile und damit zur Erzeugung einer spektralen Komponente mit der 10 Frequenz f_{M} des Meßsignals am Ausgang der Demodulationsdiode 2 führt. Der ebenfalls am Ausgang der Demodulationsdiode 2 erscheinende spektrale Anteil mit der Trägerfrequenz f. dient zur Anregung eines Resonators 3, hier als zweiter Resonator bezeich-15 net.

An den Ausgang der Demodulationsdiode 2 ist ferner ein Tiefpaßfilter 4 und, hinter dem Tiefpaßfilter 4 ein sogenannter erster Resonator 5 angeschlossen, der zusammen mit einem für die Meßgröße sensitiven 20 Element 6 einen Schwingkreis bildet. Der erste Resonator 5 ist genauso wie der zweite Resonator 3 ein kommerziell verfügbares Bauelement, zum Beispiel ein Schwingquarz oder ein Oberflächenwellenresonator. Durch die Zusammenschaltung mit dem sensitiven Element 6 ist die Resonanzfrequenz des ersten Resonators 5 in Abhängigkeit von der Meßgröße variabel.

- 17 -

Der Zweck des Tiefpaßfilters 4 liegt im wesentlichen darin, spektrale Anteile im Bereich der Trägerfrequenz $f_{\scriptscriptstyle T}$ von dem ersten Resonator 5 fernzuhalten und deren Dissipation im ersten Resonator 5 so zu verhindern. Auf diese Weise bewirkt der Tiefpaßfilter 4 zum einen eine effektivere Anregung des zweiten Resonators 3, solange das Abfrage-Funksignal von der Antenne 1 empfangen wird; wenn das Abfrage-Funksignal pausiert, begrenzt der Tiefpaßfilter 4 die Dämpfung des zweiten Resonators 3.

5

10

15

20

25

Das sensitive Element 6 ist ein induktives oder kapazitives Element, zum Beispiel ein mikromechanisches Drucksensorelement mit zwei relativ zueinander in Abhängigkeit von einer einwirkenden Kraft
oder Beschleunigung beweglichen Kondensatorplatten.
Ein solches Element 6 beeinflußt im wesentlichen
nur die Resonanzfrequenz, nicht aber die Dämpfung
des ersten Resonators 5.

Da ein solcher Sensor jeweils nur für eine Kraftoder Beschleunigungskomponente in einer Raumrichtung empfindlich ist, sind bei dem Luftreifen 30
aus Figur 1 an jeder Umfangsposition 31 jeweils
drei Sensoren 33 vorgesehen, zwei für die zur Oberfläche des Luftreifens tangentialen Richtungen, in

WO 01/89896

Fahrtrichtung und quer dazu, und ein dritter für die radiale Richtung.

Fig. 5 veranschaulicht schematisch den Verlauf der

5 Empfangsfeldstärke P an der Antenne 11 der Abfrageeinheit als Funktion der Zeit t im Laufe eines Abfragezyklus. Die Empfangsfeldstärke P ist mit einem
logarithmischen Maßstab aufgetragen. Während eines
Zeitraums t = 0 bis t = t, wird das Abfrage
10 Funksignal ausgestrahlt, es ist somit zwangsläufig
um Größenordnungen stärker als aus der Umgebung der
Abfrageeinheit zurückgeworfene Echosignale oder ein
eventuell von einem Sensor geliefertes Antwortsignal.

15

Am Zeitpunkt t₁ verbindet der Schalter 12 die Antenne 11 mit der Demodulations- und Meßschaltung 17, und die Ausstrahlung des Abfrage-Funksignals wird unterbrochen. Während eines kurzen Zeitraums 20 [t₁, t₂] treffen an der Antenne 11 Echos des Abfrage-Funksignals ein, die von Hindernissen in unterschiedlichen Abständen in der Umgebung der Antenne 11 zurückgeworfen werden.

Nachdem diese Echosignale abgeklungen sind, trifft an der Antenne 11 nur noch ein Antwort-Funksignal ein, das im Sensor 33 durch Mischen der Schwingungen der zwei Resonatoren 3, 5 in der jetzt als Mo-

dulator fungierenden Diode 2 erzeugt worden und über die Antenne 1 abgestrahlt worden sind. Die Demodulations-Meßschaltung 17 wartet daher nach dem
Umschalten des Schalters 12 noch eine vorgegebene
Zeitspanne Δt ab, bevor sie beginnt, das von der
Antenne 11 empfangene Antwortsignal auf Frequenz
und/oder Dämpfung zu untersuchen und so die darin
enthaltene Information über die Meßgröße zu extrahieren.

10

15

5

WO 01/89896

Die Verzögerung Δt kann in Abhängigkeit von der Sende- und Empfangsleistung der Abfrageeinheit fest vorgegeben sein, zum Beispiel in dem Sinne, daß für eine gegebene Bauart der Abfrageeinheit eine maximale Reichweite bestimmt wird, aus der Echosignale noch durch die Abfrageeinheit nachweisbar sind, und die Verzögerung Δt wenigstens gleich dem Zweifachen der Laufzeit gewählt wird, die dieser Reichweite entspricht.

20

25

Da während der Verzögerungszeit Δt aber auch die Schwingungen der Resonatoren 3 und 5 abklingen, ist es vorteilhafter, die Verzögerungszeit Δt in Abhängigkeit von der jeweiligen Einsatzumgebung der Abfrageeinheit so kurz wie möglich zu wählen, indem zum Beispiel für eine konkrete Einsatzumgebung die maximale Entfernung einer potentiellen Echoquelle von der Abfrageeinheit bestimmt wird und die Verzö-

- 20 -

gerung wenigstens gleich der zweifachen Signallaufzeit vom Sensorelement zur Abfrageeinheit und damit gerade so groß gewählt wird, daß ein Echo von dieser Quelle nicht ausgewertet wird. Bei dem in Figur 1 dargestellten Sensorsystem kann als Verzögerungszeit Δt zum Beispiel die Zeit gewählt werden, die der Laufzeit eines Funksignals von der Antenne 11 zur Fahrbahn im Bereich des abgeplatteten Bereichs 32 und zurück zur Antenne 11 entspricht.

10

15

Figur 8 ist eine schematische Darstellung des Verlaufs der Empfangsfeldstärke P an der Antenne 11 der Abfrageeinheit als Funktion der Zeit t im Laufe eines Abfragezyklus, der sich ergibt, wenn ein Oberflächenwellenresonator der in Figur 6 oder 7 dargestellten Bauart als zweiter Resonator des Sensors eingesetzt wird.

Während eines Zeitraums t = t₀ bis t = t₁ wird das

20 Abfrage-Funksignal ausgestrahlt, genauso wie im
Falle der Figur 5. Am Zeitpunkt t₁ wird die Ausstrahlung des Abfrage-Funksignals unterbrochen; die
Empfangsfeldstärke P an der Antenne 11 nimmt in dem
Maße ab, wie aus der Umgebung der Antenne 11 zu
25 rückgeworfene Echos des Abfrage-Funksignals abklingen.

- 21 -

Zum Zeitpunkt $t_3 = t_0 + \tau$ (unter Vernachlässigung von Signallaufzeiten zwischen Abfrageeinheit und Sensor) beginnt die Oberflächenwelle, die in dem zweiten Resonator 3 während des Empfangs des Abfrage-Funksignals durch den Sensor angeregt worden ist, 5 das Elektrodenpaar zu erreichen, an dem sie abgegriffen wird, so daß ab dem Zeitpunkt t3 ein moduliertes Antwort-Funksignal am Sensor erzeugt wird. Indem die Ausdehnung des zweiten Resonators 3 bzw. 10 die Verzögerung t innerhalb dieses Resonators 3 groß genug gewählt wird, kann erreicht werden, daß zwischen dem Abklingen der Echos zum Zeitpunkt t, und dem Eintreffen des Antwort-Funksignals zum Zeitpunkt t, eine Empfangspause mit vernachlässigbarer Empfangsfeldstärke liegt, die durch die Demodu-15 lations- und Meßschaltung 17 der Abfrageeinheit erfaßbar ist und es dieser erlaubt, eindeutig zwischen Echo und Antwort-Funksignal zu unterscheiden. Zum Zeitpunkt $t_4 = t_1 + \tau$ hat die Oberflächenwellenschwingung das abgreifende Elektrodenpaar vollstän-20 dig durchquert, und die Erzeugung des Antwort-Funksignals bricht ab.

Nach einer kurzen weiteren Verzögerung, zum Zeit25 punkt t₅ beginnt mit der erneuten Ausstrahlung des
Abfrage-Funksignals ein neuer Arbeitszyklus der Abfrageeinheit des Sensors.

- 22 -

Figur 2 zeigt eine weiterentwickelte Ausgestaltung des Sensorsystems aus Figur 1. Hier sind an jeder Position 31 an der Umfangsfläche des Reifens nur zwei Sensoren 33 angeordnet, die jeweils für Kraft beziehungsweise Beschleunigung in den zur Oberfläche des Luftreifens tangentialen Richtungen empfindlich sind. Ihr Aufbau ist der gleiche wie oben anhand der Figuren 1, 3, 5 oder 6 beschrieben.

- 10 Der in Figur 1 an jeder Position 31 vorhandene, für eine Kraft oder Beschleunigung in radialer Richtung empfindliche Sensor ist durch einen einzigen Sensor 36 ersetzt, der den dynamischen Innendruck des Luftreifens mißt. Aus diesem Innendruck beziehungs-15 weise seinen Veränderungen kann auf eine in radialer Richtung auf den Luftreifen 30 wirkende Kraft rückgeschlossen werden. Dieser Sensor 36 weist eine in Umfangsrichtung des Luftreifens 30 ausgedehnte Antenne 37 oder Antennenanordnung auf, von der in 20 jeder Drehstellung des Luftreifens ein Teil innerhalb der Keule 34 der Antenne 11 liegt, so daß der Drucksensor 36 zu jedem beliebigen Zeitpunkt abgefragt werden kann.
- Der einzelne Drucksensor 36 ersetzt somit sämtliche Sensoren für die in radialer Richtung wirkende Kraft oder Beschleunigung des Ausführungsbeispiels aus Figur 1. Dies erlaubt eine erhebliche Verringe-

- 23 -

rung der Zahl der Sensoren im Vergleich zum Ausführungsbeispiel der Figur 1. Wenn man einen Umfang des Luftreifens 30 von circa 2 Meter und einen Abstand der Positionen 31 der einzelnen Sensoren von circa 10 cm zugrunde legt, so reduziert sich die Zahl der benötigten Sensoren von 3x20 = 60 im Falle des Ausführungsbeispiels der Figur 1 auf 2x20+1 = 41 im Falle der Figur 2.

5

10 Bei den in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsbeispielen ist die Ausdehnung der Keule 34 in Umfangsrichtung und der Abstand der Sensorpositionen 31 so gewählt, daß sich zu jedem Zeitpunkt drei Positionen 31 innerhalb der Keule 34 befinden. Dies 15 bedeutet, daß zu jedem Zeitpunkt neun beziehungsweise sieben Sensoren (sechs Sensoren 33 für die tangentialen Richtungen und der Drucksensor 36) durch das Abfrage-Funksignal der Antenne 11 angesprochen werden können. Für eine brauchbare Fernab-20 frage ist es notwendig, die Antwort-Funksignale, die von mehreren an einer gleichen Position angeordneten Sensoren ausgehen, unterscheiden zu können, und auch die von Sensoren an verschiedenen Positionen 31 gelieferten Antwort-Funksignale müssen unterscheidbar sein. Zu diesem Zweck ist eine Ko-25 dierung der Funksignale erforderlich. Eine Softwarecodierung ist hier unzweckmäßig, zum einen aufgrund der mit Ausführung eines Programms verbunde-

- 24 -

nen Verarbeitungszeiten, zum anderen, weil die Sensoren die für eine solche Codierung benötigte Energie nur aus dem Abfrage-Funksignal gewinnen können, die Energie mithin knapp ist.

5

10

15

20

25

Es wird deshalb eine Codierung mit Hilfe der Träger- und Meßfrequenzen der zwischen der Antenne 11
und den Sensoren ausgetauschten Funksignale eingesetzt. Die auf dem Umfang des Luftreifens 30 verteilten Sensoren 33 sind jeweils in eine Mehrzahl
von Gruppen aufgeteilt, bei den Beispielen der Figuren 1 und 2 ist diese Zahl willkürlich auf vier
festgelegt, und die Positionen 31 sind je nach Zugehörigkeit ihrer Sensoren 33 zu einer der vier
Gruppen in den Figuren 1 und 2 mit a, b, c oder d
bezeichnet.

Einer ersten Variante zufolge ist die Trägerfrequenz f_T des Abfrage-Funksignals für alle Sensoren 33 gleich, und die zweiten Resonatoren 3 aller Sensoren 33 sind auf diese Trägerfrequenz f_T abgestimmt. Die ersten Resonatoren 5 weisen Abstimmbereiche auf, die innerhalb einer Gruppe je nach von dem Sensor 33 zu erfassender Meßgröße unterschiedlich sind, und die sich ferner von einer Gruppe zur anderen unterscheiden. Nimmt man zum Beispiel im Falle der Figur 2 an, daß die Abstimmbereiche der ersten Resonatoren 5 jeweils eine Breite von 10 MHz

haben, so ist folgende Zuordnung von Abstimmbereichen zu Gruppen und Meßgrößen möglich:

Gruppe	Kraft in Fahrtrich-	Kraft in Querrichtung
	tung	
a	0-10 MHz	40-50 MHz
b	10-20 MHz	50-60 MHz
С	20-30 MHz	60-70 MHz
d	30-40 MHz	70-80 MHz

Die Abfrageeinheit ist somit in der Lage, durch Auswahl der Meßfrequenz selektiv nur die ersten Resonatoren einer Gruppe und innerhalb dieser Gruppe nur den ersten Resonator des Sensors 33, der einer bestimmten Meßgröße zugeordnet ist, anzuregen, so daß das im Anschluß an die Anregung erhaltene Antwort-Funksignal nur von dem auf diese Weise adressierten Sensor 33 kommen kann.

Selbstverständlich ist es auch möglich, dem Trägersignal eine Mehrzahl von Meßfrequenzen aufzumodulieren, so daß Antwort-Funksignale von mehreren
Sensoren 33 gleichzeitig erhalten werden, und die
Meßfrequenzen der sich zeitlich überlagernden Antwort-Funksignale in der Abfrageeinheit spektral zu
zerlegen, um sie so den einzelnen Sensoren 33 beziehungsweise den von ihnen überwachten Meßgrößen
zuzuordnen.

Eine weitere Möglichkeit ist, verschiedenen an einer gleichen Position 31 angeordneten, einer gleichen Gruppe zugehörigen Sensoren 33 unterschiedli-5 che Trägerfrequenzen bei gleichen Abstimmbereichen der ersten Resonatoren 5 zuzuordnen. Auf diese Weise können von diesen Sensoren jeweils Antwort-Funksignale erhalten werden, die zwar gleiche Meßfrequenzen beziehungsweise genauer gesagt Meßfrequenzen innerhalb eines gleichen Abstimmbe-10 reichs aufweisen, die aber anhand ihrer unterschiedlichen Trägerfrequenzen in der Abfrageeinheit voneinander trennbar sind und so jeweils korrekt den zu erfassenden Meßgrößen zugeordnet werden kön-15 nen.

Wenn an einer Position 31 zwei Meßgrößen erfaßt werden sollen, kann es auch zweckmäßig sein, die Antennen 1 der Sensoren 33 polarisationsempfindlich zu konstruieren. So kann zum Beispiel die Antenne 1 eines Sensors 33, der eine Kraft in Fahrtrichtung erfaßt, nur für ein parallel zur Fahrtrichtung polarisiertes Abfrage-Funksignal empfindlich sein, und ein an der gleichen Position 31 angeordneter Sensor 33 zum Erfassen der Kraft quer zur Fahrtrichtung ist empfindlich für ein quer dazu polarisiertes Abfrage-Funksignal. Entsprechend unterscheiden sich die Polarisationen der von den zwei

20

WO 01/89896

Sensoren 33 ausgestrahlten Antwort-Funksignale, so daß die Abfrageeinheit an der Polarisierung die Antwort-Funksignale zu unterscheiden vermag.

- 27 -

PCT/DE01/01323

Während das Fahrzeug sich bewegt, sollen alle Sensoren des Rades fortlaufend abgefragt werden. Zu diesem Zweck kann gemäß einer einfachen Ausgestaltung die Keule 34 der Antenne 11 so bemessen werden, daß im wesentlichen immer nur eine Position 31 innerhalb der Keule liegt. Um eine Störung der Erfassung der Meßgröße durch am Rand der Keule 34 befindliche Sensoren zu vermeiden, ist hier eine sehr scharfe räumliche Begrenzung der Keule 34 erforderlich.

15

20

25

Einer vorteilhaften Alternative zufolge ist die Größe der Keule 34 der Antenne 11 in Umfangsrichtung des Luftreifens 30 einerseits so groß, daß stets mehrere Positionen 31 in dieser Keule 34 liegen, andererseits aber nicht so groß, als daß Sensoren aller Gruppen darin Platz finden könnten. Bei der in den Figuren 1 beziehungsweise 2 gezeigten Stellung des Rades kann die Abfrageeinheit jeweils Sensoren der Gruppen c, d und a anregen und Antwort-Funksignale von ihnen empfangen, Sensoren der Gruppe b liegen nicht in der Keule 34. Da die Gruppen a, b, c, d zyklisch aufeinanderfolgen, kann die Abfrageeinheit aus dem Fehlen eines Antwort-

Funksignals der Gruppe b folgern, daß die Sensoren der Gruppen a und c sich in der Nähe des Randes des abgeplatteten Bereichs 32 befinden müssen und daß der Sensor der Gruppe d in der Mitte des abgeplatteten Bereichs 32 liegen muß. Am Rand des Bereichs 5 32 findet eine starke Walkbewegung des Materials des Luftreifens 30 statt, so daß die Sensoren der Gruppen a und c dadurch starken Kräften ausgesetzt sein können. Der Sensor der Gruppe d hingegen muß 10 sich in der Mitte des abgeplatteten Bereichs 32 befinden, also dort, wo die Walkbewegung gering ist, die Kraftübertragung zwischen Luftreifen 30 und Fahrbahn aber am wirksamsten ist. Das von diesem Sensor gelieferte Antwort-Funksignal erlaubt somit den genauesten Rückschluß auf die Qualität der Bo-15 denhaftung des Luftreifens. Die Abfrageeinheit identifiziert daher das Antwort-Funksignal des Sensors der Gruppe d anhand seiner charakteristischen Meßfrequenz und veranlaßt beispielsweise die Ausgabe eines Warnsignals an den Fahrer des Fahrzeugs, 20 wenn der momentane Wert dieser Meßfrequenz, der die vom Sensor der Gruppe d erfaßte Kraft repräsentiert, einen Sollbereich verläßt. Auf diese Weise kann der Fahrer gewarnt werden, noch bevor die Bodenhaftung des Fahrzeugs, zum Beispiel durch Aqua-25 planing oder Fahren auf eisglatter Fahrbahn, verlorengeht, und die Gefahr von Unfällen kann verringert werden.

5 Patentansprüche

1. Sensorsystem zum Erfassen von wenigstens einer Meßgröße an einem rotierenden Gegenstand (30), mit wenigstens einem an dem rotierenden Ge-10 genstand (30) angeordneten, für die Meßgröße empfindlichen Sensor und Mitteln zum Abgreifen von Meßsignalen von dem wenigstens einen Sensor und zum Weiterleiten der Signale zu einer Verarbeitungseinrichtung, welche eine Antennenanordnung (11) zum Versorgen des wenigstens 15 einen Sensors mit Hochfrequenzenergie und zum Empfang eines abhängig von der zu erfassenden Größe modulierten Hochfrequenzsignals von dem Sensor umfassen, dadurch gekennzeichnet, daß 20 mehrere solche Sensoren an dem Gegenstand (30) in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind, und daß die Antennenanordnung (11) eine Richtcharakteristik (34) für das Senden und/oder den Empfang hat, die bezogen auf ein nicht mit 25 dem Gegenstand (30) rotierendes Koordinatensystem ortsfest ist und die nur einen Teilbereich (32) des Gegenstandes (30) einschließt.

2. Sensorsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilbereich die Kontaktfläche des Gegenstandes (30) mit einer Unterlage ist.

- 30 -

PCT/DE01/01323

5

WO 01/89896

3. Sensorsystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Antennenanordnung (11) eine gemeinsame Antenne für Senden und Empfang umfaßt.

10

- 4. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Sensoren, die zur Erfassung einer gleichen physikalischen Größe dienen, in Umfangsrichtung des Gegenstandes (30) einen Abstand haben, der im wesentlichen der Ausdehnung des Teilbereichs (32) in Umfangsrichtung entspricht.
- 5. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren eine Codierung aufweisen, die es ermöglicht, unter einer Mehrzahl von in dem Teilbereich (32) befindlichen Sensoren selektiv wenigstens einen Sensor mit Hochfrequenzenergie
 zu versorgen oder von wenigstens einem in dem
 Teilbereich befindlichen Sensor selektiv zu
 empfangen.

- 31 -

6. Sensorsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren n Gruppen bilden,
die jeweils zyklisch auf den Umfang des Gegenstandes (30) verteilt sind.

5

7. Sensorsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Teilbereich so begrenzt ist,
daß niemals Sensoren aller n Gruppen sich
gleichzeitig darin befinden.

- 8. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor einen durch eine einer Trägerfrequenz der Hochfrequenzenergie aufmodulierte Meßfrequenz anregbaren ersten Resonator (5) aufweist, dessen Resonanzfrequenz in Abhängigkeit von der Meßgröße variabel ist.
- 9. Sensorsystem nach Anspruch 8, dadurch gekenn20 zeichnet, daß der erste Resonator (5) einen
 Oberflächenwellenresonator oder einen Schwingquarz umfaßt.
- 10. Sensorsystem nach Anspruch 9, daß der erste
 25 Resonator (5) ferner ein für die Meßgröße sensitives diskretes Bauelement (6) umfaßt.

- 32 -

11. Sensorsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7
und einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Kodierung ein spezifischer Resonator-Abstimmbereich entspricht.

5

- 12. Sensorsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonator-Abstimmbereiche
 der einzelnen Kodierungen disjunkt sind.
- 10 13. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die
 Meßgröße eine vektorielle Größe, insbesondere
 eine Kraft oder Beschleunigung ist.
- 15 14. Sensorsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren jeweils zur Erfassung von zwei zueinander senkrechten, zur Oberfläche des Gegenstandes tangentialen Komponenten der Meßgröße ausgelegt sind.

- 15. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Gegenstand (30) ein Luftreifen ist.
- 25 16. Sensorsystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß es ferner einen einzelnen Sensor
 (36) für den Reifendruck aufweist.

- 33 -

- 17. Sensorsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder
 Sensor einen durch eine Trägerfrequenz der
 Hochfrequenzenergie anregbaren zweiten Resonator (3) aufweist.
- 18. Sensorsystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (3) ein
 Oberflächenwellen-Resonator ist.

10

15

- 19. Sensorsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (3) in der
 Lage ist, in Reaktion auf einen AnregungsSchwingungspuls einen zeitlich verzögerten
 Ausgangs-Schwingungspuls zu erzeugen.
- Sensorsystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (3) eine Ausbreitungsstrecke (L) für die Oberflächenwelle aufweist, die von einer in dem zweiten Resonator (3) angeregten Oberflächenwelle zurückgelegt werden muß, bevor sie abgegriffen wird.
- 25 21. Sensorsystem nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator zwei räumlich beabstandete Paare (25,26) von Elektroden (21,22) aufweist.

- 34 -

22. Sensorsystem nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Resonator (5) ein Paar (27) von Elektroden (21,22) zum Anregen und Abgreifen einer Oberflächenwelle und von dem Elektrodenpaar (27) beabstandet angeordnete Reflektorelektroden (23) aufweist.

1 / 4

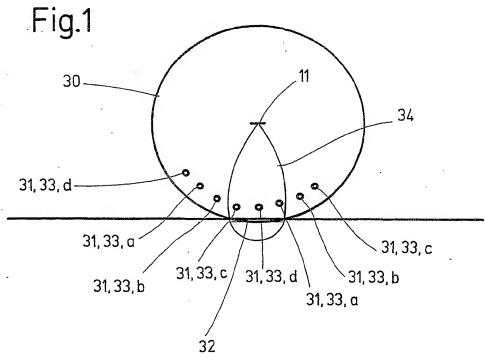
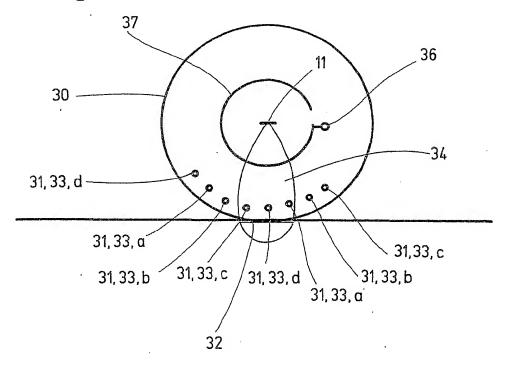
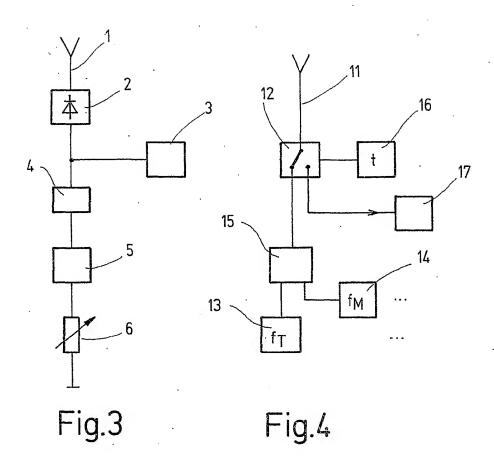
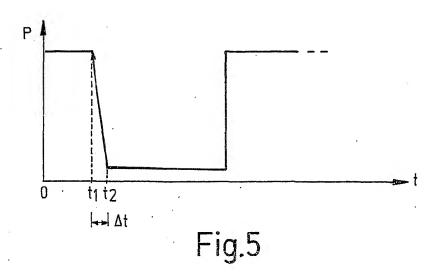


Fig.2

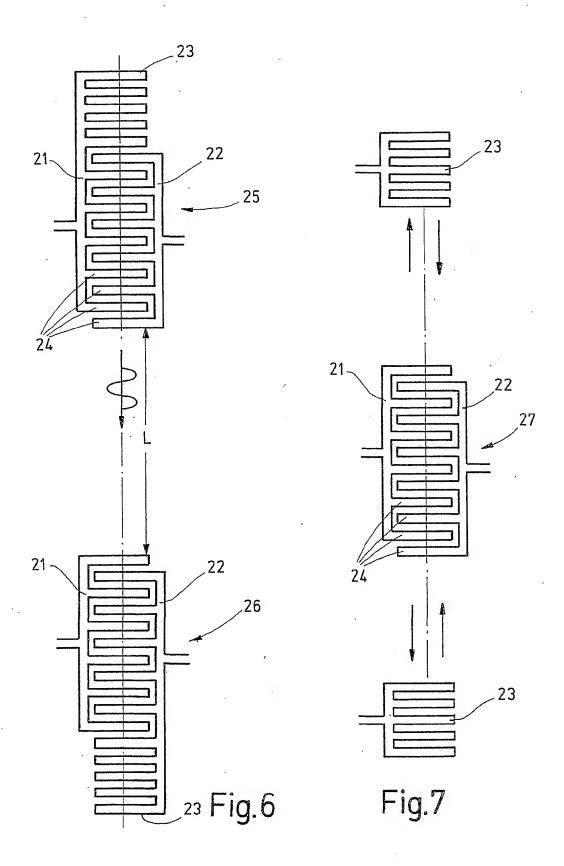


ERSATZBLATT (REGEL 26)





ERSATZBLATT (REGEL 26)



ERSATZBLATT (REGEL 26)

4 / 4

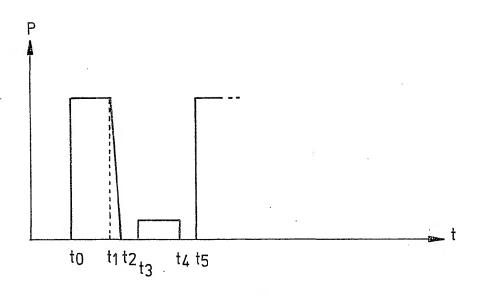


Fig.8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ational Application No PCT/DE 01/01323

A. CLASSI IPC 7	FICATION OF SUBJECT MATTER B60T8/00 B60C23/06 B60C23/			
	o International Patent Classification (IPC) or to both national classifi SEARCHED	cation and IPC		
	SEARCHED ocumentation searched (classification system followed by classification system followed by classif	tion symbols)		
IPC 7		,		
Documental	tion searched other than minimum documentation to the extent that	such documents are included in the fields se	earched	
Electronic d	ata base consulted during the international search (name of data b	ase and, where practical, search terms used)	
EPO-In	ternal, PAJ			
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category °	Citation of document, with Indication, where appropriate, of the n	elevant passages	Relevant to claim No.	
A	EP 0 937 615 A (SIEMENS AG) 25 August 1999 (1999-08-25) column 16, line 15 - line 28; fi	gure 12	1	
А	WO 93 25400 A (OLSSON LARS J ; SAAB SCANIA COMBITECH AB (SE)) 23 December 1993 (1993-12-23) page 4, paragraph 3 -page 5, paragraph 2; figures 1-3 page 7, paragraph 3 -page 8, paragraph 2		1	
Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.				
Special categories of cited documents:				
'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention				
*E" earlier document but published on or after the international "X" document of particular relevance; the claimed invention				
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or involve an inventive step when the document is taken alone				
which is cited to establish the publication date or another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or "O" document is combined with one or more other such docu—				
other means ments, such combination being obvious to a person skilled in the art.				
later than the priority date claimed "&" document member of the same patent family				
Date of the actual completion of the international search 8 August 2001 Date of mailing of the international search report 16/08/2001				
Name and mailing address of the ISA Authorized officer European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2				
	NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Smeyers, H		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

ational Application No
PCT/DE 01/01323

	Patent document cited in search report	Publication date	ý	Patent family member(s)	Publication date
Ī	EP 0937615 A	25-08-1999	DE	19807004 A	09-09-1999
	WO 9325400 A	23-12-1993	EP	0643647 A	22-03-1995

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

ationales Aktenzeichen
PCT/DE 01/01323

	<u> </u>			
A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 B60T8/00 B60C23/06 B60C23/04				
Nach dar Int	ternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klas	sifikation und der IPK		
****	RCHIERTE GEBIETE	office of the control		
Recherchier	ter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbo	le)		
IPK 7	B60T B60C			
Recherchier	te aber nicht zum Mindeslprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, so	weit diese unter die recherchierten Gebiete	fallen	
Während de	er internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Na	ame der Datenbank und evtl. verwendete S	Suchbegriffe)	
EPO-In	ternal, PAJ			
Ç. ALS WE	SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN			
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe	e der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.	
А	EP 0 937 615 A (SIEMENS AG) 25. August 1999 (1999-08-25) Spalte 16, Zeile 15 - Zeile 28; Abbildung		1	
	12			
А	WO 93 25400 A (OLSSON LARS J ; SAAB SCANIA 1 COMBITECH AB (SE))		1	
	23. Dezember 1993 (1993-12-23) Seite 4, Absatz 3 -Seite 5, Absatz 2; Abbildungen 1-3 Seite 7, Absatz 3 -Seite 8, Absatz 2			
	Seite /, Absatz 3 -Seite 8, Absatz 2			
ĺ				
		•		
	l ere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu ehmen	X Siehe Anhang Patentfamilie		
** Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidien, sondern nur zum Verständnis des der				
aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "Y" Veröffentlichung von besonderer Redeutung: die beanspruchte Erfindung				
*X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte von der Veröffentlichung von besond				
soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) **Y Veröffenunchung von besonderer Bedeutung; die bearisprüchte Erindung von besonderen Bedeutung; die bearisprüchte Erindung von bearisprüchte Erindung von besonderen Bedeutung von besonderen Bedeutung von besonderen Bedeutung von besonderen Bedeutung von besonderen B				
O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist				
P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist				
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche Absendedatum des internationalen Recherchenberichts				
8	. August 2001	16/08/2001		
Name und I	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2	Bevollmächtigter Bediensteter		
	NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,	Smovons U		
1	Fax: (+31-70) 340-3016	Smeyers, H		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröttentlichungen, die zur selben Patenttamilie genoren

ationales Aktenzeichen
PCT/DE 01/01323

lm Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0937615 A	25-08-1999	DE 19807004 A	09-09-1999
WO 9325400 A	23-12-1993	EP 0643647 A	22-03-1995